

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Cultivo do sorço: Eficiência de diferentes fontes de fósforo de acordo com o índice de equivalência de supertriplo

Crop of sorgho: Efficiency of different phosphorus sources according to the supertriple equivalence index

Recebimento dos originais: 20/07/2019

Aceitação para publicação: 30/08/2019

Izabel Maria Almeida Lima

Engenheira agrônoma, Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: UFC

Rua Leandro Monteiro, N° 2798. Bairro: Benfica. Fortaleza – CE

E-mail: izabel.agro@yahoo.com.br

Bruno Lucio Meneses Nascimento

Biólogo, Doutorado em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará.

Instituição: UFC

Faculdade Vale do Aço, BR 222, N° 2, Km 02. Açailândia – MA

E-mail: coord,agronegocios@favale.edu.br

Régis dos Santos Braz

Engenheiro agrônomo, Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: UFC

Rua Silva Jardim, N° 515. Bairro: José Bonifácio. Fortaleza – CE

E-mail: regismta@gmail.com

Tiago da Costa Silva

Engenheiro agrônomo, Mestre Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: UFC

Avenida Nilo Façanha, Fazendinha, S/N. Campo Maior – PI

E-mail: tiago.silva@ifpi.edu.br

Thiago Henrique Ferreira Matos Castañon

Engenheiro agrônomo, Doutorado em Agricultura Tropical pela Universidade Federal do Mato Grosso

Instituição: UFMT

Avenida Central, N° 109. Bairro: Setor A. Querência - MT

E-mail: thiagocastanon@live.com

Daniel Henrique de Melo Romano

Engenheiro agrônomo, Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: UFC

Rua Raimundo Bastos da Silva, N° 3606. Ap. 802. Torre A. Bairro: Candelária. Natal – RN

E-mail: dm_dromano@hotmail.com

RESUMO

Os baixos teores de fósforo disponíveis nos solos tropicais, em geral, requerem permanentes pesquisas com relação à eficiência das aplicações de diferentes fontes de adubos fosfatados nas culturas cujo objetivo é elevar os teores desse nutriente no solo. Este trabalho teve como objetivo, estudar as respostas do sorgo (*Sorghum bicolor*) através da avaliação da eficiência agrônômica das diferentes fontes de fósforo. O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal do Ceará. Foi utilizado o solo da Chapada do Apodi-CE, Cambissolo Háptico Eutófico. No presente trabalho foi utilizado o delineamento em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4x4 (doses e fontes de P, respectivamente), sendo os tratamentos composto pela combinação de quatro doses de fósforo (dose 1 = 0 mg de P kg⁻¹ solo, dose 2 = 100 mg de P kg⁻¹ solo, dose 3 = 200 mg de P kg⁻¹ solo e dose 4 = 300 mg de P kg⁻¹ solo) e quatro fontes de P (Fosfato Industrial Superfosfato Triplo - ST, Fosfato Natural da Bahia - FNB, Fosfato Natural do Tocantins - FNT e Fosfato Natural Reativo - Gafsa - FNR), com 4 repetições, totalizando 64 unidades experimentais. Foi avaliado os teores foliares de fósforo presentes no sorgo. As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), às análises de regressão em função das fontes e das doses crescentes de fósforo e as médias dessas variáveis foram avaliadas pelo teste de Tukey, a nível de 1% e 5% de probabilidade. A fonte que apresentou o melhor Índice de Eficiência Agrônômica foi o Superfosfato triplo (ST), seguido do FNB.

Palavras-chave: Adubo de fósforo, *Sorghum bicolor*, Eficiência de adubo

ABSTRACT

The low levels of phosphorus available in tropical soils, in general, require permanent research regarding the efficiency of the application of different sources of phosphate fertilizers in crops aiming to increase the levels of this nutrient in the soil. The objective of this work was to study sorghum (*Sorghum bicolor*) responses by evaluating the agronomic efficiency of different phosphorus sources. The experiment was carried out in a greenhouse of the Federal University of Ceará. The soil of Chapada do Apodi-CE, Eutrophic Haplic Cambisol was used. In the present work, a completely randomized block design in a 4x4 factorial scheme (doses and sources of P, respectively) was used, and the treatments consisted of the combination of four phosphorus doses (dose 1 = 0 mg of P kg⁻¹ soil, dose 2 = 100 mg of P kg⁻¹ soil, dose 3 = 200 mg of P kg⁻¹ soil and dose 4 = 300 mg of P kg⁻¹ soil) and four sources of P (Triple Industrial Phosphate - ST, Phosphate) Natural da Bahia - FNB, Tocantins Natural Phosphate - TNF and Reactive Natural Phosphate - Gafsa - FNR), with 4 repetitions, totaling 64 experimental units. Leaf phosphorus contents in sorghum were evaluated. The analyzed variables were subjected to analysis of variance (ANOVA), regression analyzes according to the sources and increasing doses of phosphorus and the means of these variables were evaluated by Tukey test at 1% and 5% probability. The source with the best Agronomic Efficiency Index was triple superphosphate (ST), followed by FNB.

Keywords: Phosphorus fertilizer, *Sorghum bicolor*, Fertilizer efficiency

1 INTRODUÇÃO

O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum* e a espécie cultivada é *Sorghum bicolor* (L.) Moench. É uma cultura que apresenta alto potencial para alimentação de animais, podendo ser empregado nas regiões semiáridas, por ser resistente à seca e altas temperaturas (OLIVEIRA, 2002). O P é um dos nutrientes que mais limitam a produtividade das culturas nos solos de carga variável que predominam nas regiões tropicais e subtropicais, caso dos solos brasileiros (MEURER, 2006). As

principais fontes de Fósforo (P) comercializadas no Brasil são os fosfatos acidulados, os fosfatos naturais e os termofosfatos. A deficiência de informações relativas à nutrição e adubação fosfatada do sorgo forrageiro para as condições tropicais brasileiras justifica a realização de estudos e este tem como principal objetivo avaliar a eficiência de diferentes fontes de fósforo e quantificar teores de P na cultura.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo, da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, na cidade de Fortaleza-CE. O solo utilizado foi coletado na profundidade de 0 a 25 cm em uma área de mata nativa na Chapada do Apodi. Os estudos pedológicos identificaram os solos dessa área como sendo Cambissolo Háplico Eutrófico, de textura franco argilo arenosa (EMBRAPA, 1997). As fontes de fósforo usadas no experimento foram: fosfato natural Tocantins (FNT), o fosfato natural de Irecê-Bahia (FNB), fosfato natural Gafsa-Tunísia (FNR) e o superfosfato triplo (SFT). Para o delineamento experimental foram utilizadas quatro doses de Fósforo (P), 0, 100, 200 e 300 mg de P kg⁻¹, com quatro repetições. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados dispostos em um esquema fatorial 4.4.4 (doses de P, fontes de P e repetições, respectivamente). Desta forma, o experimento constou 16 tratamentos totalizando 64 unidades experimentais. O índice equivalente supertriplo foi utilizado para relacionar percentualmente a produção de matéria seca na parte aérea obtida utilizando uma dose de um fertilizante-teste de fósforo e a produção obtida com a mesma dose na forma de superfosfato triplo. As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), utilizando o programa ASSISTAT Versão 7.6 Beta (SILVA E AZEVEDO, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se a Tabela 1, pode ser notado que, com o aumento da adubação fosfatada houve incremento na matéria seca em todos os tratamentos. Todas as doses diferiram estatisticamente da testemunha. O fator solubilidade das fontes foi fator determinante para os aumentos dos valores de MSPA; Pesquisas demonstram influência nos teores e acúmulo de P no solo uma vez que, de maneira geral, as fontes mais disponíveis (como as fontes usadas no presente estudo) proporcionaram maiores MSPA e, conseqüentemente, maiores acúmulos de P na planta.

Tabela 1 - Produção de Matéria Seca da Parte Aérea-PMSPA (g vaso^{-1}) das plantas de sorgo em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Fontes	Doses (mg P kg^{-1})			
	0	100	200	300
ST	0,78 aD	3,39 bC	4,01bB	5,04aA
FNB	0,78 aD	3,72aC	3,91 cB	4,74bA
FNT	0,78 aD	2,07 dC	2,20dB	2,40dA
FNR	0,78aD	3,25 cC	4,25aB	4,35cA
CV%	1,07			

Médias seguidas por letras distintas dentro de cada dose diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Colunas= letras minúsculas; Linhas=letras maiúsculas; C.V= Coeficiente de Variação; ST= Superfosfato triplo; FNB= Fosfato Natural da Bahia; FNT= Fosfato Natural do Tocantins; FNR= Fosfato Natural Reativo.

Dentre os fosfatos naturais, notou-se que os maiores valores de PMSPA foram obtidos com a fonte FNB, na dose 300 mg kg^{-1} solo, cujo aumento percentual em relação a testemunha foi de 507%. A fonte FNT, em todas as doses avaliadas, foi a que causou a menor produção de matéria seca. Portanto, nessas condições de estudo o ideal seria utilizar 300 mg de P, tendo como fonte o ST para obtenção de máxima produção, sendo o ST superior ao 1º tratamento (dose 0) em $4,26 \text{ g}$, um aumento equivalente a 546%.

Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Leite (2006), o qual também verificou incremento na produção de matéria seca de sorgo em função da adubação fosfatada.

Comportamento similar foi verificado em outros estudos, como o de Sarmiento *et al.*, (2001) ao avaliarem a produção de massa seca de alfafa, onde verificaram que as maiores produções de massa seca foram alcançadas, quando se utilizou a fonte de P de maior solubilidade (ST), quando comparada com o fosfato de Gafsa.

Os percentuais de equivalência de supertriplo para as fontes avaliadas estão na tabela 2.

Tabela 2- Índice de Equivalente Supertriplo (%) das fontes de fósforo utilizadas no cultivo do sorgo.

Fontes	Doses (mg P kg ⁻¹)			
	0	100	200	300
ST	0,78 aB	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA
FNB	0,78 aC	96,16 bA	92,76 cB	94,09 bB
FNT	0,78 aD	61,27 cA	55,04 dB	47,76 dC
FNR	0,78 aD	96,09 bB	98,18 bA	84,37 cC
CV%	1,10			

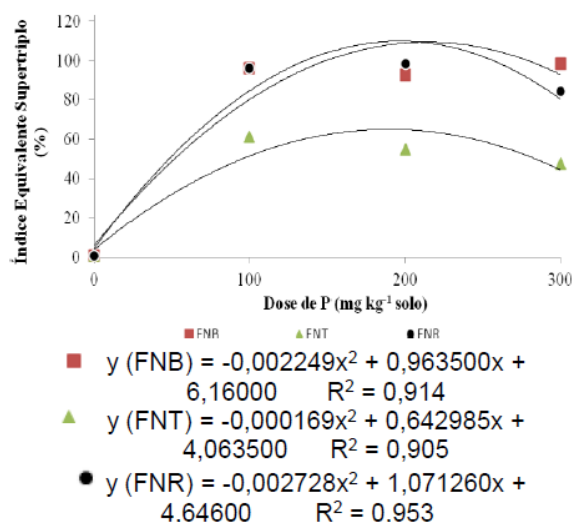
Médias seguidas por letras distintas maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Colunas= letras minúsculas; Linhas=letras maiúsculas; C.V= Coeficiente de Variação; ST= Superfosfato triplo; FNB= Fosfato Natural da Bahia; FNT= Fosfato Natural do Tocantins; FNR= Fosfato natural reativo.

Dentre os fosfatos naturais avaliadas na dose 100 mg kg⁻¹ solo, as fontes FNB e FNR foram as fontes que apresentaram a equivalência mais próxima da fonte ST. Observou-se também que a fonte FNT foi a que obteve o menor índice de equivalente supertriplo, o que indica baixa eficiência dessa fonte em aumentar a matéria seca produzida pelo sorgo. Pode-se observar também que todas as fontes avaliadas diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%, nas doses 100, 200 e 300 mg kg⁻¹ solo.

Segundo Novais e Smyth (1999), quando as apatitas brasileiras de baixa reatividade são comparadas com fosfatos naturais de maior reatividade, como o de Gafsa, Carolina do Norte e fosfatos industrializados, observa-se que as apatitas brasileiras geralmente apresentam comportamento insatisfatório em fornecer fósforo para as culturas. Essa evidência foi comprovada no presente trabalho quando as fontes FNR e FNT são comparadas. Santos e Kliemann (2005) chegaram à conclusão de que os fosfatos de Arad e Araxá produziram 24 e 53% a menos de matéria seca em relação a matéria seca obtida com a fonte ST. Ao analisar a média dos percentuais de equivalência das 4 fontes avaliadas no presente trabalho, verificou-se que o índice equivalente supertriplo seguiu a seguinte ordem decrescente: ST > FNB > FNR > FNT. Sendo assim, no presente estudo, a fonte FNB e o FNR, em todas as doses avaliadas, são classificadas como fontes de alta solubilidade.

A análise de regressão para o índice de equivalente supertriplo dos fosfatos naturais em função de doses crescentes de fósforo está representada na figura 1. Os percentuais de equivalência das fontes FNB, FNT e FNR melhor se adequaram ao modelo quadrático de regressão.

Figura 1 - Análise de regressão do Índice de Equivalente Supertriplo (%) dos fosfatos naturais em função de doses crescentes de fósforo.



4 CONCLUSÕES

Para todas as variáveis, foi verificada interação na relação fonte \times dose. Verificou-se que a fonte Superfosfato triplo foi a que mais contribuiu para a absorção de fósforo do solo pelo sorgo e foi a fonte que apresentou maior Índice equivalente Supertriplo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Ciências do Solo. A FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudo. Em memória ao meu orientador e amigo Boanerges Freire de Aquino.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Análises de Solo. 2ª ed., Rio de Janeiro: CNPS, 1997.
- LEITE, M.L.V. Crescimento vegetativo do sorgo Sudão (*Sorghumsundanense* (Piper) stapf) em função da disponibilidade de água no solo e fontes de fósforo. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. Evangraf 3 ed. p. 285. Porto Alegre, 2006.
- NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. Fósforo em solos e planta em condições tropicais. Universidade Federal de Viçosa, 1999.

OLIVEIRA, J.S. et al. Aptabilidade e Estabilidade em Cultivares de Sorgo. R. Bras. Zootec., v.31, n.2, p.883-889, 2002.

SANTOS, E. de. A.; KLIEMANN, H. J. Disponibilidade de Fósforo de Fosfatos naturais em Solos de Cerrado e sua Avaliação por Extratores Químicos. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.35, n.3, p.139-146, 2005.

SARMENTO, P. et al. Resposta da alfafa a fontes de fósforo associadas ao gesso e à calagem. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 58, n. 2, 2001. p. 381-390.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.